



University of HUDDERSFIELD

University of Huddersfield Repository

Herbst, Jan-Peter

“Der Einfluss von Verzerrung auf die Wahrnehmung verschiedener Gitarrenakkorde: Eine quantitative Studie auf Grundlage psychoakustischer Messungen” [The effect of distortion on the perception of guitar chord structures: A quantitative study based on a psychoacoustic experiment]

Original Citation

Herbst, Jan-Peter (2016) “Der Einfluss von Verzerrung auf die Wahrnehmung verschiedener Gitarrenakkorde: Eine quantitative Studie auf Grundlage psychoakustischer Messungen” [The effect of distortion on the perception of guitar chord structures: A quantitative study based on a psychoacoustic experiment]. In: Akustik und musikalische Hörwahrnehmung, 1-11 September 2016, Vienna University, Austria. (Unpublished)

This version is available at <http://eprints.hud.ac.uk/id/eprint/33395/>

The University Repository is a digital collection of the research output of the University, available on Open Access. Copyright and Moral Rights for the items on this site are retained by the individual author and/or other copyright owners. Users may access full items free of charge; copies of full text items generally can be reproduced, displayed or performed and given to third parties in any format or medium for personal research or study, educational or not-for-profit purposes without prior permission or charge, provided:

- The authors, title and full bibliographic details is credited in any copy;
- A hyperlink and/or URL is included for the original metadata page; and
- The content is not changed in any way.

For more information, including our policy and submission procedure, please contact the Repository Team at: E.mailbox@hud.ac.uk.

<http://eprints.hud.ac.uk/>



Der Einfluss von Verzerrung auf die Empfindung verschiedener Gitarrenakkorde

Hintergrund

Obwohl die E-Gitarre seit den 1950er Jahren den Klang der populären Musik prägt, ist der Einfluss der Verzerrung auf die Akkordempfindung bislang kaum erforscht. Die geringe Anzahl bestehender Studien (Einbrodt 1997; Berger & Fales 2005; Lilja 2005, 2015) untersuchte in der Tradition von Helmholtz vor allem die Teiltonstruktur nach Rauheit (Störtheorie). Aufgrund der geringen Reibung von Teiltönen wurde der Powerchord, ein einfaches Quintintervall, zum bevorzugten Akkordklang der verzerrten Gitarre erklärt. Die komplexere Intervallstruktur von Moll- und alterierten Dominantakkorden in Verbindung mit dem durch nichtlineare Verzerrung angereicherten Obertonspektrum führt gemäß der Störtheorie zu einer dissonanteren Wirkung, welche die musikalischen Einsatzmöglichkeiten einschränkt.

Fragestellungen

Wie verändert sich die sensorische Konsonanz durch die Zunahme –

- des Verzerrungsgrades,
- der harmonischen Komplexität?

Lässt sich die Bevorzugung einfacher Akkordstrukturen in der musikalischen Praxis auf klangliche Merkmale der Verzerrung zurückführen? Welche Merkmale sind ausschlaggebend?

Methode

Die Studie basiert auf 270 Gitarrenakkorden, die mit drei verschiedenen Verzerrungsgraden (clean, overdrive und distortion) mittels drei E-Gitarren und fünf Röhrenverstärkern aufgenommen wurden.

Die sensorische Konsonanzerwartung wurde innerhalb des theoretisch-empirischen Rahmens von Terhardt (1976/77) und Aures (1985) operationalisiert. Hiernach reduzieren Rauheit, Schärfe und Lautheit das Konsonanzempfinden, während Klanghaftigkeit es erhöht. Die spektrale Fluktuationsstärke wurde als weiterer konsonanzbeeinflussender Parameter ergänzt (Clauß, Liebetrau & Sporer 2015). Aufgrund der Komplexität der Intervallverhältnisse wurde von einer abnehmenden Konsonanz der Strukturen ausgegangen: Einzelton, Powerchord, Dur, Moll, alterierter Dominantseptakkord (Roberts 1986). Alle Klänge wurden mit Music Information Retrieval Toolboxes (Lartillot & Toiviainen 2007; Genesis 2009; Driedger & Müller 2014) untersucht und in SPSS 23 statistisch ausgewertet.

Ergebnisse

Verschiedene Gitarren- und Verstärkermodelle nehmen keinen signifikanten Einfluss auf die Empfindung sensorischer Konsonanz.

Tabelle 1 veranschaulicht die Veränderungen der Parameter bezüglich ansteigender harmonischer Komplexität (deskriptiv und inferenzstatistisch) sowie einzelner Akkordtypen nach Klangkonfiguration (deskriptiv).

Literatur

- Aures, W. (1985): Der sensorische Wohlklang als Funktion psychoakustischer Empfindungsgrößen. *Acustica*, 58, S. 282-290.
- Berger, H. M. & Fales, C. (2005): "Heaviness" in the Perception of Heavy Metal Guitar Timbres. The Match of Perceptual and Acoustic Features over Time. In: Greene, P. D. & Porcello, T. (Hrsg.): *Wired for sound. Engineering and technologies in sonic cultures*. Middletown, S. 181-197.
- Clauß, T.; Liebetrau, J. & Sporer, T. (2015): Quantifizierung auditiver Wahrnehmungen: die Dimensionen "Angenehm" und "Unangenehm". https://www.tu-ilmenau.de/fileadmin/media/immk/Minimesse/IDMT_-_Akustik_-_Quantifizierung_auditiver_Wahrnehmung.pdf
- Driedger, J. & Müller, M. (2014): TSM Toolbox: MATLAB Implementations of Time-Scale Modification Algorithms. *Proceedings of the 17th International Conference on Digital Audio Effects*, Erlangen, 2014.
- Einbrodt, U. D. (1997): Experimentelle Untersuchungen zum Gitarrensound in der Rockmusik. Frankfurt am Main.
- Genesis (2009): Loudness Toolbox. <http://genesis-acoustics.com>
- Lartillot, O. & Toiviainen, P. (2007): A Matlab Toolbox for Musical Feature Extraction From Audio. *Proceedings of the 10th International Conference on Digital Audio Effects*, Bordeaux, 2007.
- Lilja, E. (2005): Characteristics of Heavy Metal Chord Structures. Their Acoustic and Modal Construction, and Relation to Modal and Tonal Context. Helsinki.
- Lilja, E. (2015): Dealing with the 3rd: Anatomy of distorted chords and subsequent compositional features of classic heavy metal. In: Karjalainen, T.-M. & Kärki, K.: *Modern Heavy Metal – Markets, Practices and Cultures*. Helsinki (im Druck).
- Roberts, L. A. (1986): Consonant judgments of musical chords by musicians and untrained listeners. In: *Acustica*, 62, S. 163-171.
- Terhardt, E. (1976/77): Ein psychoakustisch begründetes Konzept der Musikalischen Konsonanz. *Acustica*, 36, S. 121-137.

Tab. 1: Übersicht Akkordstrukturen

		Ton	Powerchord	Dur	Moll	7#9	η_p^2
Rauigkeit	cln	181 (65) (alle)	663 (276) (T)	745 (399) (T)	774 (261) (T)	579 (195) (T)	.364***
	ovd	296 (77) (alle)	2,699 (795) (T)	2,825 (583) (T)	2,901 (740) (T, 7#9)	2,099 (782) (T, M)	.618***
	dist	654 (295) (alle)	3,311 (635) (T)	3,887 (1,357) (T, M, 7#9)	2,653 (963) (T, D)	2,452 (983) (T, D)	.592***
Fluktuationsstärke	cln	17.82 (4.00) (7#9)	16.52 (2.52) (7#9)	18.11 (4.03) (7#9)	19.45 (3.19) (7#9)	30.36 (6.57) (alle)	.612***
	ovd	33.36 (4.41) (D, M, 7#9)	36.00 (5.43) (M, 7#9)	46.42 (7.70) (T, M, 7#9)	71.98 (15.67) (alle)	96.38 (21.60) (alle)	.800***
	dist	54.11 (5.95) (D, M, 7#9)	64.62 (9.24) (D, M, 7#9)	81.92 (10.49) (alle)	108.09 (18.66) (alle)	128.62 (16.43) (alle)	.825***
Schärfe	cln	951 (179) (D, M, 7#9)	1,003 (216) (D, M, 7#9)	1,292 (244) (T, P)	1,264 (227) (T, P)	1,297 (217) (T, P)	.307***
	ovd	1,058 (222) (D, M, 7#9)	1,271 (239) (D, M, 7#9)	1,765 (290) (T, P)	1,676 (238) (T, P)	1,588 (206) (T, P)	.551***
	dist	2,076 (240) (P, D, M)	2,237 (232) (D)	2,519 (222) (T, P)	2,386 (229) (T)	2,306 (228) (alle)	.284***
Lautheit	cln	313 (44)	287 (22) (D)	331 (40) (P)	323 (30)	313 (34)	.190**
	ovd	439 (24)	428 (35) (D)	464 (32) (P)	456 (31)	454 (34)	.139*
	Dist	486 (48)	513 (45)	539 (54)	516 (53)	525 (62)	.097 ^s
Klanghaftigkeit	cln	0.849 (0.029) (alle)	0.633 (0.077) (T)	0.628 (0.063) (T)	0.642 (0.039) (T, 7#9)	0.583 (0.016) (T, M)	.761***
	ovd	0.864 (0.034) (alle)	0.596 (0.059) (T, 7#9)	0.553 (0.030) (T)	0.559 (0.023) (T)	0.541 (0.027) (T, PC)	.885***
	dist	0.819 (0.025) (alle)	0.531 (0.016) (T)	0.524 (0.009) (T)	0.528 (0.013) (T)	0.516 (0.007) (T)	.970***

Anmerkung: Werte repräsentieren M (SD). Abkürzungen in Klammern sind Akkordtypen, die sich signifikant nach Post-Hoc Test Tukey HSD unterscheiden.
* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$, ns = nicht signifikant, $N = 270$

Tabelle 2 zeigt das Verhältnis der Einflussnahme auf die Parameter der sensorischen Konsonanz durch die Akkordkomplexität und den Grad der Verzerrung.

Tab. 2: Übersicht Regressionsmodelle aller Parameter der sensorischen Konsonanz

		Regression				ANOVA	
		Beta	t	Sig.	adj. R ²	F	Sig.
Rauigkeit	Harmonische Komplexität	.238	5.24	< .001	.447	109.81	< .001
	Klangkonfiguration	.628	13.86	< .001			
Fluktuationsstärke	Harmonische Komplexität	.526	17.43	< .001	.755	415.38	< .001
	Klangkonfiguration	.693	22.96	< .001			
Schärfe	Harmonische Komplexität	.237	7.78	< .001	.750	405.51	< .001
	Klangkonfiguration	.834	27.39	< .001			
Lautheit	Harmonische Komplexität	.095	3.41	= .001	.790	508.39	< .001
	Klangkonfiguration	.885	31.70	< .001			
Klanghaftigkeit	Harmonische Komplexität	.646	15.21	< .001	.514	143.36	< .001
	Klangkonfiguration	.316	7.45	< .001			

Die Resultate weisen auf die Fluktuationsstärke in Verbindung mit Lautheit als ausschlaggebender Faktor für verminderte sensorische Konsonanz hin. Es ist anzunehmen, dass die verzerrungseigene Kompression einhergehend mit dem erweiterten Obertonspektrum die strukturell bedingten Fluktuationen von Intervallen und Akkorden verstärkt. Rauheit als zentraler Faktor spektralanalytischer Erklärungen in Helmholtz Tradition konnte dagegen nicht als ein zuverlässiger Indikator bestätigt werden. Die konsonanzvermindernde Wirkung verzerrter Gitarrenakkorde ist vermutlich stärker auf zeitliche und lautstärkeabhängige Faktoren zurückzuführen, die in Forschungen mit einem Fokus auf spektrale Eigenschaften bislang wenig Beachtung fanden. Unklar bleibt, in welchem relationalen Ausmaß die einzelnen Parameter Einfluss auf die Empfindung nehmen. Auch sind harmonische Aspekte wie Tonverwandtschaft, Kompatibilität, Grundtonbezogenheit und Tonalität zu berücksichtigen (Terhardt 1976/77).

Fazit

Die Studie gewann auf Grundlage psychoakustischer Messungen neue Einsicht über Gründe für die häufige Beschränkung der verzerrten Rhythmusgitarre auf Einzeltöne, Powerchords und Durakkorde. Damit ergänzt sie die bisherige theoretische und spektralanalytische Forschung. Insgesamt kann angenommen werden, dass der stetig angestiegene Verzerrungsgrad der Gitarre, vor allem in Rock- und Metal-Genres, aus psychoakustischen Gründen zu einer harmonischen Komplexitätsreduktion beitrug.